

①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ Off en l ungsschrift  
⑪ DE 3901680 A1

②1 Aktenz ichen: P 39 01 680.3  
②2 Anmeldetag: 21. 1. 89  
④3 Offenlegungstag: 22. 3. 90

⑤1 Int. Cl. 5:  
G01R 31/36  
H 01 M 10/42  
B 60 R 16/04  
// H02J 7/00

③0 Innere Priorität: ③2 ③3 ③1  
13.09.88 DE 38 31 137.2

⑦1 Anmelder:  
Doduco GmbH + Co Dr. Eugen Dürrwächter, 7530  
Pforzheim, DE

⑦4 Vertreter:  
Bauer, R., Dr.; Hubbuch, H., Dipl.-Ing.; Twelmeier,  
U., Dipl.-Phys., Pat.-Anwälte, 7530 Pforzheim

⑦2 Erfinder:  
Normann, Norbert, Dipl.-Phys. Dr., 7532  
Niefern-Öschelbronn, DE; Uhl, Günter, Dipl.-Ing. Dr.,  
7267 Unterreichenbach, DE

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Verfahren zur Überwachung der Kaltstartfähigkeit der Starterbatterie eines Verbrennungsmotors

Verfahren zur Überwachung der Kaltstartfähigkeit der Starterbatterie eines Verbrennungsmotors, insbesondere Kfz-Bleiakkumulator, bei dem während des Startvorgangs der zeitliche Verlauf des Spannungsabfalls an den Anschlußklemmen des elektrischen Anlassers beobachtet und ausgewertet wird.

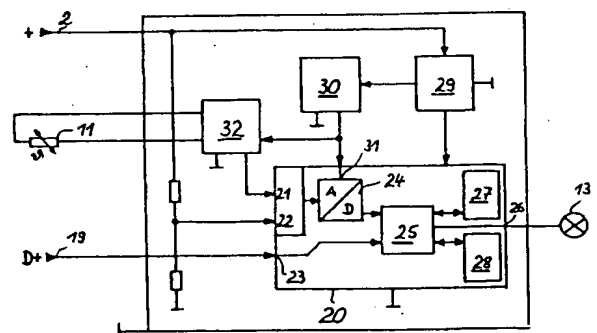


Fig. 2

DE 3901680 A1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Überwachung der Kaltstartfähigkeit der Starterbatterie eines Verbrennungsmotors, insbesondere Kfz-Bleiakkumulator, gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Aus der DE-PS 33 21 814 ist ein Verfahren bekannt, bei dem zur Überwachung der Kaltstartfähigkeit einer Starterbatterie für eine bestimmte Zeit ein konstanter Meßwiderstand unmittelbar an die Starterbatterie angeschlossen und als Kenngröße für die Ermittlung einer dem aktuellen Zustand der Starterbatterie entsprechenden Startgrenztemperatur, bis zu der die Startfähigkeit jeweils gegeben ist, um einige Sekunden zeitverzögert die Klemmenspannung der Starterbatterie bei einem über den Meßwiderstand fließenden Entladestrom gemessen wird. Nachteilig hieran ist, daß es mit einem solchen konstanten Meßwiderstand nicht möglich ist, eine Starterbatterie zur Überwachung ihrer Kaltstartfähigkeit so zu belasten, wie es der Realität entspräche, in der die Belastung während eines Startvorgangs vom Zustand des zu startenden Motors und des elektrischen Anlassers abhängt, also variiert. So belastet z.B. das Starten eines betriebswarmen Motors die Starterbatterie weniger als das Starten eines kalten Motors mit z.B. dickflüssigem Motoröl nach einer kalten Winternacht. Veränderlich ist die Belastung aber auch z.B. dadurch, daß die Lagerreibung im Motor altersbedingt zunimmt. Solche, die Belastung einer Starterbatterie verändernden Einflußgrößen können aber mit dem bekannten Verfahren nicht erfaßt werden.

Ein weiterer Nachteil ist, daß bei dem bekannten Verfahren die Klemmenspannung der Starterbatterie nach Anschluß des Meßwiderstands an die Starterbatterie zeitverzögert gemessen wird, d.h. erst nachdem in der auf diese Weise geschaffenen Belastungssituation stabile Zustände eingetreten sind. Dadurch wird aber die Aussage über die Startfähigkeit der Starterbatterie relativiert, da es insbesondere auf das Verhalten einer Starterbatterie zu Beginn eines Startvorgangs ankommt, da sie in diesem Moment am stärksten beansprucht ist.

Nachteilig ist auch, daß die Starterbatterie zur Feststellung ihrer Kaltstartfähigkeit durch das Anschließen eines Meßwiderstands einer zusätzlichen Belastung ausgesetzt wird, wodurch unnötig Energie verbraucht und eine eventuell schon schwache Starterbatterie noch zusätzlich geschwächt wird. Um diese Belastung auf ein Mindestmaß zu begrenzen, wird in dem bekannten Verfahren die Starterbatterie nur kurz mit dem Meßwiderstand verbunden, wodurch allerdings auch nur wenige Meßwerte für die Aussage über die Kaltstartfähigkeit gewonnen werden können.

Schließlich ist es umständlich und lästig, daß das bekannte Verfahren es erforderlich macht, daß zur Feststellung der Kaltstartfähigkeit einer Starterbatterie ein Schalter betätigt werden muß, um die Starterbatterie mit dem Meßwiderstand zu verbinden und daß erst nach einer kurzen Wartezeit die Information über die Kaltstartfähigkeit angezeigt wird. Dazu kommt, daß das Betätigen des Schalters, z.B. am Ende einer Autofahrt, sicherlich oft vergessen wird, so daß das bekannte Verfahren deshalb seinen Zweck, rechtzeitig vor einem drohenden Ausfall einer Starterbatterie zu warnen, nur bedingt erfüllen kann.

Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren zu schaffen, das die vorgenannten Nachteile vermeidet, indem es zur Überwachung der Kaltstartfähigkeit einer Starterbatterie die diese Fähigkeit beeinträchtigenden Einfluß-

größen jederzeit in ihrer aktuellen Größenordnung berücksichtigt und zu seiner Anwendung keinen zusätzlichen Bedienungsaufwand erfordert.

Diese Aufgabe wird mit den kennzeichnenden Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen sind Gegenstand der Unteransprüche.

Dadurch, daß zur Überwachung der Kaltstartfähigkeit einer Starterbatterie der zeitliche Verlauf des Spannungsabfalls an den Anschlußklemmen des elektrischen Anlassers während des Startvorgangs beobachtet und ausgewertet wird, ergeben sich folgende Vorteile:

- jeder Startvorgang führt automatisch zu der Feststellung, ob die Kaltstartfähigkeit der Starterbatterie aufgrund ihres jeweils aktuellen Zustandes noch gegeben ist, also ohne daß hierzu ein extra Schalter betätigt werden müßte und ohne daß die Starterbatterie hierdurch zusätzlich belastet würde,

- jede Feststellung der Kaltstartfähigkeit der Starterbatterie erfolgt günstigerweise durch eine Belastung mit dem diesbezüglich größtmöglichen Stromverbraucher und unter Berücksichtigung des jeweils aktuellen, die Belastung der Starterbatterie beeinflussenden Zustandes des zu startenden Motors und des elektrischen Anlassers, d.h. immer in Abhängigkeit von den tatsächlichen, aktuellen Belastungseinflüssen der Starterbatterie, so daß die jeweilige Feststellung sehr zuverlässig ist,

- vielfältige, sich durch den Grad ihrer Aussagesicherheit unterscheidende Auswertungsmöglichkeiten zur Feststellung der Kaltstartfähigkeit der Starterbatterie,

- Möglichkeit, insbesondere das Verhalten der Starterbatterie zu Beginn des Startvorgangs, also zum Zeitpunkt der größten Belastung während eines Startvorgangs, zur Feststellung der Kaltstartfähigkeit auszuwerten,

- Wegfall von Installationsaufwand, da kein separater Betätigungsschalter zum Auslösen des Verfahrens benötigt wird.

Eine Einfachstauswertung des zeitlichen Verlaufs des Spannungsabfalls zur Feststellung der Kaltstartfähigkeit einer Starterbatterie kann dadurch erfolgen, daß man, während des Startvorgangs, gemäß Anspruch 2 die Differenz zwischen der Leerlaufspannung der Starterbatterie und den während des Startvorgangs auftretenden Spannungsminima ermittelt oder gemäß Anspruch 3 die Differenz der während des Startvorgangs auftretenden Spannungsmaxima und -minima ermittelt und feststellt, ob die jeweilige Differenz, die bei gutem Zustand der Starterbatterie klein und bei schlechtem Zustand groß ist, einen vorgegebenen Differenz-Grenzwert überschreitet und somit die Kaltstartfähigkeit nicht mehr gegeben ist. Der Vorteil dieser beiden Auswertungsarten liegt darin, daß der rechnerische Aufwand zur Ermittlung der Differenzen und für den Wertevergleich gering ist.

Sehr viel aufschlußreicher als die pauschale Feststellung nach den Ansprüchen 2 und 3 ist eine Feststellung, die zum Ausdruck bringt, ob die Startfähigkeit einer Starterbatterie gemäß ihrem aktuellen Zustand auch noch bei einer bestimmten tiefen Temperatur gegeben ist bzw. bis zu welcher tiefen Temperatur dies der Fall ist. Eine solche Feststellung kann man vorzugsweise dadurch erhalten, daß gemäß Anspruch 4 bei jedem Startvorgang auch die Temperatur der Starterbatterie ge-

messen wird, so daß daraus und aus dem zeitlichen Verlauf des Spannungsabfalls durch Berechnung und Vergleich mit Erfahrungswerten, die angeben, wie sich die Startfähigkeit einer Starterbatterie mit der Temperatur ändert, eine temperaturbezogene Feststellung erfolgen kann. Gemäß Anspruch 5 kann man die nach Anspruch 2 oder 3 ermittelte Spannungsdifferenz entsprechend der gemessenen Temperatur jeweils mit einer für dieselbe Temperatur geltenden maximalen Spannungsdifferenz vergleichen, die aus einer aus Erfahrungswerten gebildeten Kennlinie entnommen wird, die angibt, wie sich die maximale Spannungsdifferenz, bei welcher bei der vorgegebenen tiefen Temperatur die Startfähigkeit noch gegeben ist, mit zunehmender Temperatur verringert.

Gemäß Anspruch 6 kann man für eine Feststellung, bis zu welcher tiefen Temperatur eine Starterbatterie noch startfähig ist, eine aus Erfahrungswerten gewonnene Kennlinie, die angibt, wie sich die nach Anspruch 2 oder 3 ermittelte Spannungsdifferenz mit sinkender Temperatur ändert (vergrößert), extrapolieren, um aus der aktuell gemessenen Temperatur und der jeweils zugehörigen Spannungsdifferenz die Temperatur zu ermitteln, die zu einer vorgegebenen (größeren) Spannungsdifferenz gehört, bei der eine Starterbatterie erfahrungsgemäß gerade noch startfähig ist.

Eine weitere Möglichkeit, die Kaltstartfähigkeit einer Starterbatterie aus dem zeitlichen Verlauf des Spannungsabfalls während des Startvorgangs festzustellen, besteht darin, den zeitlichen Verlauf des Spannungsabfalls auf eine darin enthaltene Periodizität zu untersuchen und diese auszuwerten. Eine solche Periodizität entsteht durch die aufeinanderfolgenden Verdichtungs-takte der einzelnen Zylinder des Verbrennungsmotors, die zu einer rhythmischen Belastungszu- und -abnahme der Starterbatterie führen, was sich in einem wellenförmigen Verlauf des Spannungsabfalls während des Startvorgangs widerspiegelt. Die Auswertung der Periodizität hat den Vorteil, daß daraus auf die während des Startvorgangs erzielte Drehzahl des Verbrennungsmotors geschlossen werden kann, was die Aussagesicherheit bezüglich der Kaltstartfähigkeit einer Starterbatterie weiter verbessert, da auf diese Weise das Belastungsverhalten der Starterbatterie während des gesamten Startvorgangs berücksichtigt werden kann.

Eine einfache Auswertung der Periodizität erfolgt gemäß Anspruch 8 dahingehend, festzustellen, ob in der Frequenz des gemessenen Spannungsabfalls eine Tendenz enthalten ist. So würde eine während eines Startvorgangs festzustellende Frequenzerhöhung besagen, daß sich der Motor im Verlauf des Startvorgangs zunehmend schneller dreht, was auf einen guten Zustand mit entsprechender Kaltstartfähigkeit der Starterbatterie schließen läßt. Nimmt dagegen die Frequenz des Spannungsabfalls während des Startvorgangs ab, so ist aufgrund eines schlechten Zustandes der Starterbatterie eine Kaltstartfähigkeit nicht mehr gegeben.

Mit Vorteil kann die Auswertung der Periodizität im zeitlichen Verlauf des Spannungsabfalls auch unter Berücksichtigung der während des Startvorgangs an der Batterie gemessenen Temperatur erfolgen, so daß z.B. gemäß Anspruch 10 mittels einer Kennlinie, die angibt, wie sich die bei einer vorgegebenen tiefen Temperatur erforderliche niedrigste Frequenz, bei der die Startfähigkeit noch gegeben ist, mit zunehmender Temperatur erhöht, festgestellt werden kann, ob die zu der gemessenen Temperatur gehörende Frequenz der bei einer vorgegebenen tiefen Temperatur erforderlichen niedrig-

sten Frequenz entspricht, so daß die Startfähigkeit einer Starterbatterie bis zu dieser tiefen Temperatur noch gegeben ist.

Anstelle der Kennlinie, die, ausgehend von einer bestimmten tiefen Temperatur und der dafür erforderlich niedrigsten Frequenz, die Entwicklung dieser niedrigsten Frequenz bei zunehmender Temperatur widerspiegelt, kann gemäß Anspruch 11 auch eine Kennlinie verwendet werden, die angibt, wie sich die Frequenz mit sinkender Temperatur erniedrigen darf, so daß durch Extrapolation der bei einer aktuellen Temperatur gemessenen Frequenz die Temperatur ermittelt werden kann, die zu einer vorgegebenen niedrigen Frequenz gehört.

Mit Vorteil können die vorstehend angeführten Verfahren zur Feststellung der Kaltstartfähigkeit einer Starterbatterie so ergänzt werden, daß gemäß Anspruch 12 zusätzlich bei laufendem Verbrennungsmotor ständig die Ladespannung beobachtet und hinsichtlich des Über- oder Unterschreitens vorgegebener Grenzwerte überwacht wird, so daß auf diese Weise auch ein Defekt im Regler der Lichtmaschine erkannt werden kann.

Gemäß Anspruch 13 können die vorstehend angegebenen Verfahren zur Feststellung der Kaltstartfähigkeit einer Starterbatterie dahingehend ergänzt werden, daß die jeweils aktuell während eines Startvorgangs ermittelten Werte zur Feststellung der Kaltstartfähigkeit mit den entsprechenden Vergangenheitswerten verglichen werden, um Veränderungen in diesen Werten im Lauf der Zeit feststellen zu können und durch eine Trendbestimmung zusätzliche Informationen z.B. über den Alterungsprozeß der Starterbatterie zu erhalten. Mit Hilfe solcher Informationen können vorteilhaft die Kennlinien, die dazu dienen, festzustellen, ob die Kaltstartfähigkeit einer Starterbatterie noch gegeben ist, dem jeweils aktuellen Alterungszustand der Starterbatterie angepaßt werden, so daß ein das erfindungsgemäße Verfahren nutzendes Überwachungsgerät lernfähig sein würde.

Mit Vorteil kann gemäß Anspruch 14 für den Fall, daß die Auswertungskenngröße den zugehörigen Grenzwert annimmt oder überschreitet, durch Blinken mit der Ladekontroll-Leuchte ein optisches Warnsignal gegeben werden, so daß auf notwendige Maßnahmen zur Verbesserung der Kaltstartfähigkeit der Starterbatterie aufmerksam gemacht wird.

Die Weiterbildung nach Anspruch 16 hat den Vorteil, daß die Konstantspannungsquelle schwächer ausgelegt werden kann, wenn die Versorgungsspannung des Mikroprozessors nicht konstant ist, sondern bis zu einer bestimmten Größenordnung schwanken und er damit auch von einem Spannungsregler versorgt werden kann. Die Konstantspannungsquelle würde in diesem Falle nur zur Erzeugung eines Spannungsreferenzsignals für den Analog-Digital-Wandler benötigt und könnte ebenfalls von dem Spannungsregler gespeist werden.

Vorzugsweise versorgt die Konstantspannungsquelle gemäß Anspruch 17 auch den Schaltkreis zur Speisung des Widerstandsthermometers, sofern dieses eine Spannung von vorgegebener Größe erfordert, die der Spannung des Referenzsignals für den Analog-Digital-Wandler entspricht.

Die Weiterbildung nach Anspruch 18 hat den Vorteil, daß in den EEPROM die jeweils aktuell aus dem zeitlichen Verlauf des Spannungsabfalls während eines Startvorgangs ermittelten Werte zur Feststellung, ob die

Kaltstartfähigkeit der Starterbatterie noch gegeben ist, zwischengespeichert werden können. Dazu ist der EEPROM eingangsseitig mit der Auswerteschaltung und der Eingang der Auswerteschaltung mit dem Ausgang des Analog-Digital-Wandlers verbunden. Die zwischengespeicherten Werte stehen für eine weitere Auswertung zur Verfügung, z.B. für eine periodische Trendbestimmung zur Feststellung des aktuellen Alterungszustandes einer Starterbatterie; entsprechend dem Alterungszustand können die für die Ermittlung der Kaltstartfähigkeit gespeicherten Kennlinien gegebenenfalls angepaßt werden.

Die Weiterbildung nach den Ansprüchen 12 und 19 hat den Vorteil, daß die Schaltung nach Anspruch 15 auch zur Überwachung der Lichtmaschine bzw. der Funktion des Reglers der Lichtmaschine verwendet werden kann, indem die Ladespannung der Lichtmaschine mit vorgegebenen Grenzwerten verglichen wird.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der Zeichnung dargestellt und wird nachfolgend beschrieben.

Fig. 1 zeigt einen Übersichts-Schaltplan mit den zur Durchführung der Verfahren zur Überwachung der Kaltstartfähigkeit der Starterbatterie und der Funktion des Lichtmaschinenreglers zusammenwirkenden Bauteilen eines Fahrzeugs.

Fig. 2 zeigt ein Blockschaltbild einer Schaltung zur Durchführung der Verfahren zur Überwachung der Kaltstartfähigkeit der Starterbatterie und der Funktion des Lichtmaschinenreglers und

Fig. 3 zeigt einen zeitlichen Verlauf eines Spannungsabfalls während eines Startvorgangs.

Die in Fig. 1 dargestellte Starterbatterie 1 ist mit ihrem Pluspol mit dem Bordnetz 2 verbunden. Nach Schließen des Starterschalters 3 fließt über den elektrischen Anlasser 4 ein Strom, der den Anker des Anlassers 4 in Drehung versetzt und damit den Verbrennungsmotor 5 dreht. Der dabei durch den Anlasser 4 fließende Strom verursacht einen Abfall der Spannung der Starterbatterie 1. Über eine Verbindungsleitung 7 wird jeder durch einen Startvorgang verursachte Spannungsabfall von einem Gerät 6 mit einer Schaltung zur Beobachtung und Auswertung sowohl des Spannungsabfalls unter Berücksichtigung der Temperatur der Starterbatterie als auch der Ladespannung aus dem Bordnetz 2 abgegriffen. Über einen Anschlußpunkt 9 und eine Verbindungsleitung 10 ist das Gerät 6 mit einem elektrischen Widerstandsthermometer 11 verbunden, das die Temperatur der Starterbatterie 1 zum Zeitpunkt eines jeden Startvorgangs mißt. Über eine Anschlußklemme 12 ist das Gerät 6 mit einer Ladekontrollleuchte 13 verbunden, um für den Fall, daß bei einer bestimmten Temperatur die Kaltstartfähigkeit der Starterbatterie 1 nicht mehr gegeben ist oder daß die Ladespannung einen vorgegebenen Grenzwert überoder unterschreitet, ein optisches Warnsignal anzuzeigen. Eine Ausgangsklemme 19 (D+) des Reglers 15 ist durch eine Leitung 18 mit einem digitalen Eingang 17 der Auswerteschaltung 6 verbunden. Ist das Signal am digitalen Eingang 17 aktiv, dann schaltet die Auswerteschaltung 6 die Ladekontrollleuchte 13 auf Dauer-EIN. Stellt die Auswerteschaltung 6 fest, daß die Batterie bei tiefer Temperatur nicht mehr startfähig wäre, wird die Ladekontrollleuchte 13 hingegen auf Blinken geschaltet.

Die Anzeige durch die Ladekontrollleuchte 13 kann durch ein Display 14 ergänzt oder ersetzt werden. Auf dem Display 14 kann man z.B. die Startfähigkeit auf einer von 0 bis 100% reichenden Skala oder die minima-

le Starttemperatur sowie eine Fehlfunktion des Reglers 15 oder der Lichtmaschine 16 anzeigen.

Der in dem Blockschaltbild gemäß Fig. 2 enthaltene Mikroprozessor 20 hat einen analogen Eingang 21 zum Anschluß des elektrischen Widerstandsthermometers 11, einen weiteren analogen Eingang 22 zum ständigen Abgriff des Spannungsabfalls im Bordnetz 2 während eines Startvorgangs und einen digitalen Eingang 23 zur Einspeisung des an der Klemme 19 des Reglers 15 abgegriffenen Schaltsignals. Die über die analogen Eingänge 21 und 22 in den Mikroprozessor 20 eingespeisten analogen Temperatur- und Spannungssignale werden in dem in dem Mikroprozessor 20 integrierten Analog-Digital-Wandler 24 für die Auswertung durch eine integrierte Auswerteschaltung 25 digitalisiert, die aus diesen Signalen ein Zustandssignal, welches eine Information über die Kaltstartfähigkeit der Starterbatterie beinhaltet, an einen Ausgang 26 zur Anzeige eines optischen Warnsignals mittels der Ladekontroll-Leuchte 13 übermittelt. Für die Auswertung der digitalisierten Eingangssignale hat die Auswerteschaltung 25 Zugriff auf einen Festwertspeicher (ROM) 27, in dem die für die Durchführung eines bestimmten Auswerteverfahrens notwendigen Vergleichswerte sowie Grenzwerte oder Kennlinienwerte abgespeichert sind. Desweiteren hat die Auswerteschaltung 25 Zugriff auf einen nichtflüchtigen Schreib-Lese-Speicher 28 (EEPROM), um jeweils aktuelle Werte der Auswertungsgrößen abspeichern zu können für eine gegebenenfalls notwendige Anpassung der Kennlinien an den Alterungsprozeß der Starterbatterie. Ein mit dem Bordnetz 2 verbundener Spannungsregler 29 liefert die notwendige Betriebsspannung für den Mikroprozessor 20. Der Spannungsregler 28 speist eine Konstantspannungsquelle 30, die mit einem weiteren Analogeingang 31 des Analog-Digital-Wandlers 24 zur Einspeisung eines Spannungsreferenzsignals verbunden ist. Die Konstantspannungsquelle 30 ist weiterhin mit einem Schaltkreis 32 zur Speisung des Widerstandsthermometers 11 mit einer vorgegebenen Spannung verbunden.

Der in Fig. 3 beispielhaft dargestellte zeitliche Verlauf  $U_S(t)$  eines Spannungsabfalls während eines Startvorgangs zeigt, wie die Leerlaufspannung  $U_0$  bei geringer bzw. keiner Belastung der Starterbatterie mit Beginn des Startvorgangs zum Zeitpunkt  $t_1$  im weiteren Verlauf des Startvorgangs bis auf einen minimalen Spannungswert  $U_{S2}$  aufgrund der Belastung durch einen Verdichtungstakt eines der Zylinder des Verbrennungsmotors absinkt, danach kurzfristig sich auf den maximalen Spannungswert  $U_{S1}$  erholt, daraufhin durch den nächsten Verdichtungstakt eines weiteren Zylinders wieder auf die minimale Spannung  $U_{S2}$  absinkt, sich wieder auf den Spannungswert  $U_{S1}$  erholt, erneut durch eine weitere Belastung mit einem Verdichtungstakt auf  $U_{S2}$  absinkt und wie dann nach Zünden des Motors und Ende des Startvorgangs zum Zeitpunkt  $t_2$  bei laufendem Motor die Leerlaufspannung  $U_0$  der Starterbatterie überschritten wird und bis auf den Wert  $U_L$  der Ladespannung der Lichtmaschine bei funktionierendem Regler anwächst.

Zur Überwachung der Reglerfunktion können zwei Ladespannungs-Grenzwerte  $U_{Lmax}$  bzw.  $U_{Lmin}$  benutzt werden, deren Über- bzw. Unterschreiten ein Anzeichen für einen Defekt des Reglers sein können und zur Anzeige eines entsprechenden Warnsignals benutzt werden können.

Aus der Dauer  $T_s$  der Periode des Spannungsabfalls während des Startvorgangs kann auf die Motordrehzahl

$N_m$  nach der Umrechnungsformel  $\frac{1}{N_m} = x \cdot Ts$  umgerechnet werden, wobei  $x = \text{konst.}$

## Patentansprüche

5

1. Verfahren zur Überwachung der Kaltstartfähigkeit der Starterbatterie eines Verbrennungsmotors, insbesondere Kfz-Bleiakkumulator, bei dem die Starterbatterie zeitweise mit einem elektrischen Widerstand belastet und die an dem Widerstand abfallende Spannung gemessen und daraus durch Vergleich mit Erfahrungswerten festgestellt wird, ob die Kaltstartfähigkeit der Starterbatterie noch gegeben ist, **dadurch gekennzeichnet**, daß man den zeitlichen Verlauf des Spannungsabfalls an den Anschlußklemmen des elektrischen Anlassers beobachtet und auswertet.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß man die Differenz zwischen der Leerlaufspannung der Batterie und den während des Startvorgangs auftretenden Spannungsminima ermittelt und feststellt, ob diese Differenz einen vorgegebenen Grenzwert überschreitet.

3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß man die Differenz der während des Startvorgangs auftretenden Spannungsmaxima und -minima ermittelt und feststellt, ob diese Differenz einen vorgegebenen Grenzwert überschreitet.

4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß auch die Temperatur der Batterie gemessen wird und daraus und aus dem Verlauf des Spannungsabfalls durch Berechnung und Vergleich mit Erfahrungswerten, die angeben, wie sich die Startfähigkeit der Batterie mit der Temperatur ändert, festgestellt wird, ob bei einer bestimmten tieferen Temperatur oder bis zu welcher tieferen Temperatur die Startfähigkeit der Batterie noch gegeben ist.

5. Verfahren nach Anspruch 2 und 4 oder 3 und 4, dadurch gekennzeichnet, daß zum Feststellen, ob bei einer bestimmten tiefen Temperatur die Startfähigkeit der Batterie noch gegeben ist, die bei der augenblicklichen Temperatur gemessene Spannungsdifferenz verglichen wird mit einer für dieselbe Temperatur geltenden Spannungsdifferenz, die aus einer aus Erfahrungswerten gebildeten Kennlinie entnommen wird, welche angibt, wie sich die größte Spannungsdifferenz, bei welcher bei der vorgegebenen tiefen Temperatur die Startfähigkeit noch gegeben ist, mit zunehmender Temperatur ändert (verringert).

6. Verfahren nach Anspruch 2 und 4 oder 3 und 4, dadurch gekennzeichnet, daß zum Feststellen, bis zu welcher tiefen Temperatur die Batterie noch startfähig ist, mit Hilfe einer aus Erfahrungswerten gewonnenen Kennlinie, welche angibt, wie sich die Spannungsdifferenz mit sinkender Temperatur ändert (vergrößert), aus der aktuellen Temperatur und der bei ihr bestimmten Spannungsdifferenz durch Extrapolation die Temperatur ermittelt wird, die zu einer vorgegebenen (größeren) Spannungsdifferenz gehört, bei der die Batterie erfahrungsgemäß gerade noch startfähig ist.

7. Verfahren nach Anspruch 1 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß man die Periodizität des zeitlichen Verlaufs des Spannungsabfalls während des Startvorgangs auswertet.

8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Periodizität im Hinblick auf eine während des Startvorgangs beobachtete Tendenz der Frequenz des Spannungsabfalls ausgewertet wird.

9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß festgestellt wird, ob die Frequenz während des Startvorgangs zu- oder abnimmt.

10. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß zum Feststellen, ob bei einer bestimmten tiefen Temperatur die Startfähigkeit der Batterie noch gegeben ist, die bei der augenblicklichen Temperatur gemessene Frequenz verglichen wird mit einer für dieselbe Temperatur geltenden Frequenz, die aus einer aus Erfahrungswerten gebildeten Kennlinie entnommen wird, welche angibt, wie sich die niedrigste Frequenz, bei welcher bei der vorgegebenen tiefen Temperatur die Startfähigkeit noch gegeben ist, mit zunehmender Temperatur ändert (erhöht).

11. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß zum Feststellen, bis zu welcher tiefen Temperatur die Batterie noch startfähig ist, mit Hilfe einer aus Erfahrungswerten gewonnenen Kennlinie, welche angibt, wie sich die Frequenz mit sinkender Temperatur ändert (erniedrigt), aus der aktuellen Temperatur und der bei ihr bestimmten Frequenz durch Extrapolation die Temperatur ermittelt wird, die zu einer vorgegebenen (niedrigeren) Frequenz gehört, bei der die Batterie erfahrungsgemäß gerade noch startfähig ist.

12. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß zusätzlich bei laufendem Motor die Ladespannung beobachtet und hinsichtlich des Überschreitens bzw. Unterschreitens vorgegebener Grenzwerte überwacht wird.

13. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die zeitliche Änderung der Startfähigkeit der Batterie beobachtet wird, indem die aktuelle Aussage über die Startfähigkeit gespeichert und mit früheren Aussagen über die Startfähigkeit verglichen wird.

14. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß für den Fall, daß eine Auswertungskenngröße bei einer bestimmten Temperatur den zugehörigen Grenzwert annimmt oder überschreitet, durch Blinken der Ladekontroll-Leuchte (13) ein Warnsignal gegeben wird.

15. Schaltung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der vorstehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch:

— einen Mikroprozessor (20) mit einem analogen Eingang (21) zum Anschluß eines elektrischen Widerstandsthermometers (11), mit einem weiteren analogen Eingang (22) zur Verbindung mit den Klemmen der Starterbatterie (1) oder des Anlassers (4), mit einem integrierten Analog-Digital-Wandler (24) für die analogen Eingangssignale, mit einer integrierten Auswerteschaltung (25), der die digitalen Ausgangssignale des Analog-Digital-Wandlers (24) zugeführt werden und die nach einem vorgegebenen Auswerteprogramm aus diesen Signalen ein Zustandssignal, welches eine Information über die Kaltstartfähigkeit der Starterbatterie beinhaltet, an einen Ausgang (26) des

Mikroprozessors (20) übermittelt, und mit einem Festwertspeicher (27), der in Zugriffsverbindung mit der Auswerteschaltung (25) steht,  
– einen Schaltkreis (32) zur Speisung des Widerstandsthermometers (11) mit einer Spannung oder einem Strom von vorgegebener Stärke, 5

– und eine Konstantspannungsquelle (30) zur Versorgung des Mikroprozessors (20), welche mit einem weiteren Analogeingang (31) seines Analog-Digital-Wandlers (24) verbunden ist. 10

16. Schaltung nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß zusätzlich zur Konstantspannungsquelle (30) ein Spannungsregler (29) für die Versorgungsspannung des Mikroprozessors (20) und der Konstantspannungsquelle (30) vorgesehen ist. 15

17. Schaltung nach Anspruch 15 oder 16, dadurch gekennzeichnet, daß das Widerstandsthermometer (11) von der Konstantspannungsquelle (30) gespeist wird. 20

18. Schaltung nach einem der Ansprüche 15 bis 17, dadurch gekennzeichnet, daß der Mikroprozessor (20) einen nichtflüchtigen Schreib-Lese-Speicher (EEPROM) (28) aufweist, der eingangsseitig mit der Auswerteschaltung (25) verbunden ist. 25

19. Schaltung nach einem der Ansprüche 15 bis 18, dadurch gekennzeichnet, daß der Mikroprozessor (20) einen digitalen Eingang (23) zur Verbindung mit dem Schaltausgang (19) des Reglers (15) der Lichtmaschine (16) aufweist. 30

20. Gerät zur Überwachung der Kaltstartfähigkeit der Starterbatterie eines Kraftfahrzeugs mit Verbrennungsmotor, mit einem Gehäuse, einer in dem Gehäuse angeordneten Schaltung gemäß einem der Ansprüche 15 bis 19 und aus dem Gehäuse herausgeführten Verbindungselementen zum elektrischen Anschluß der Schaltung. 35

---

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

---

40

45

50

55

60

65

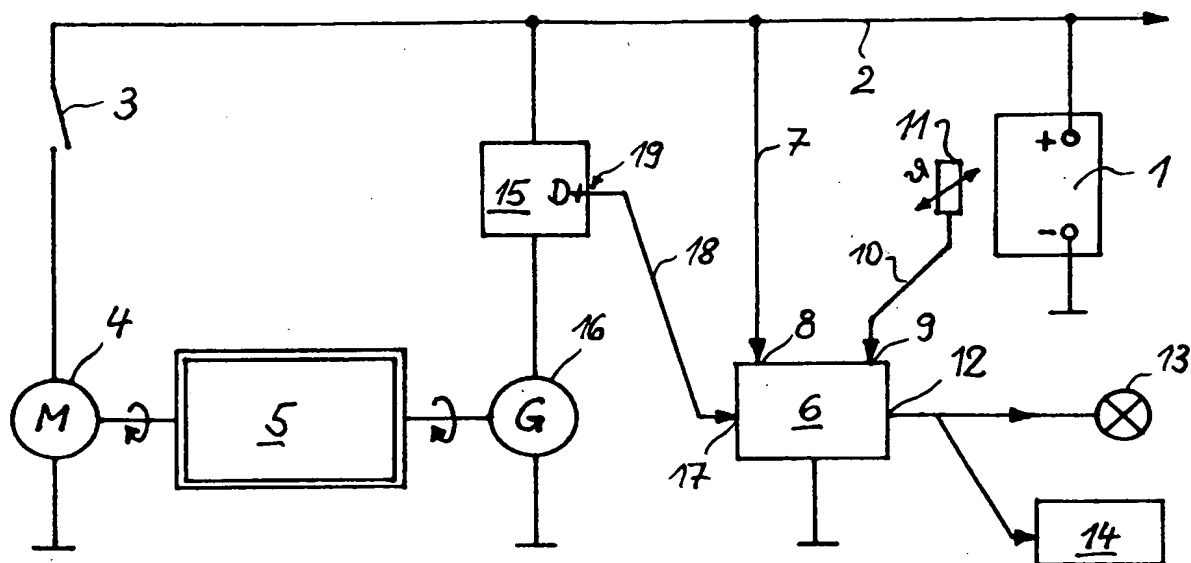


Fig. 1

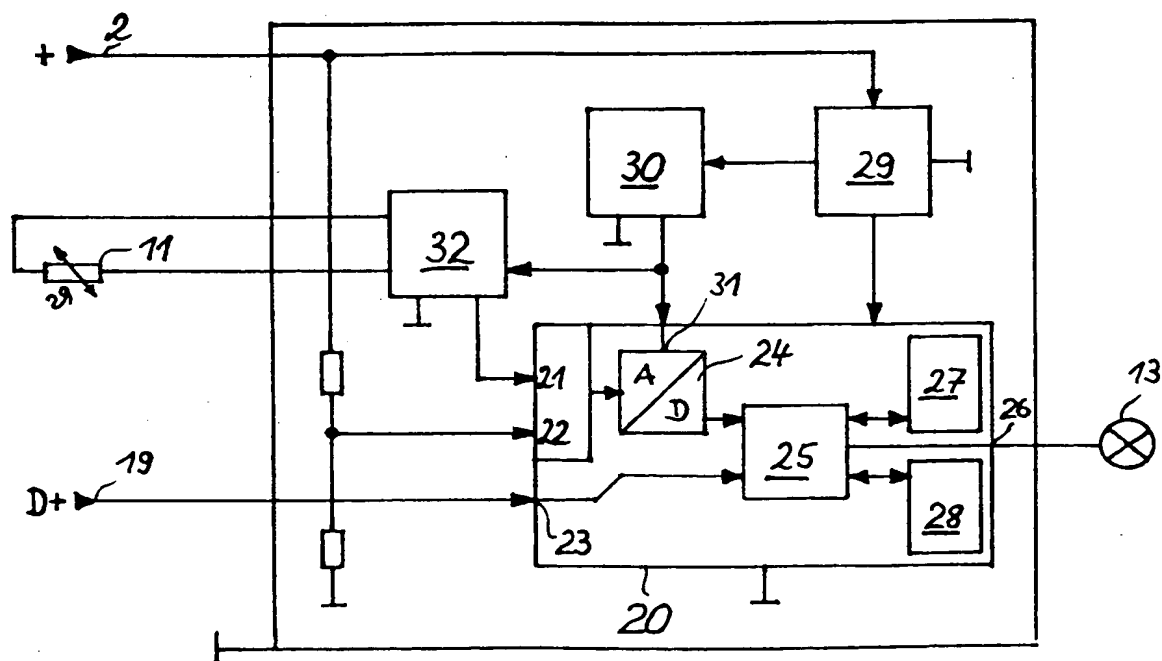


Fig. 2

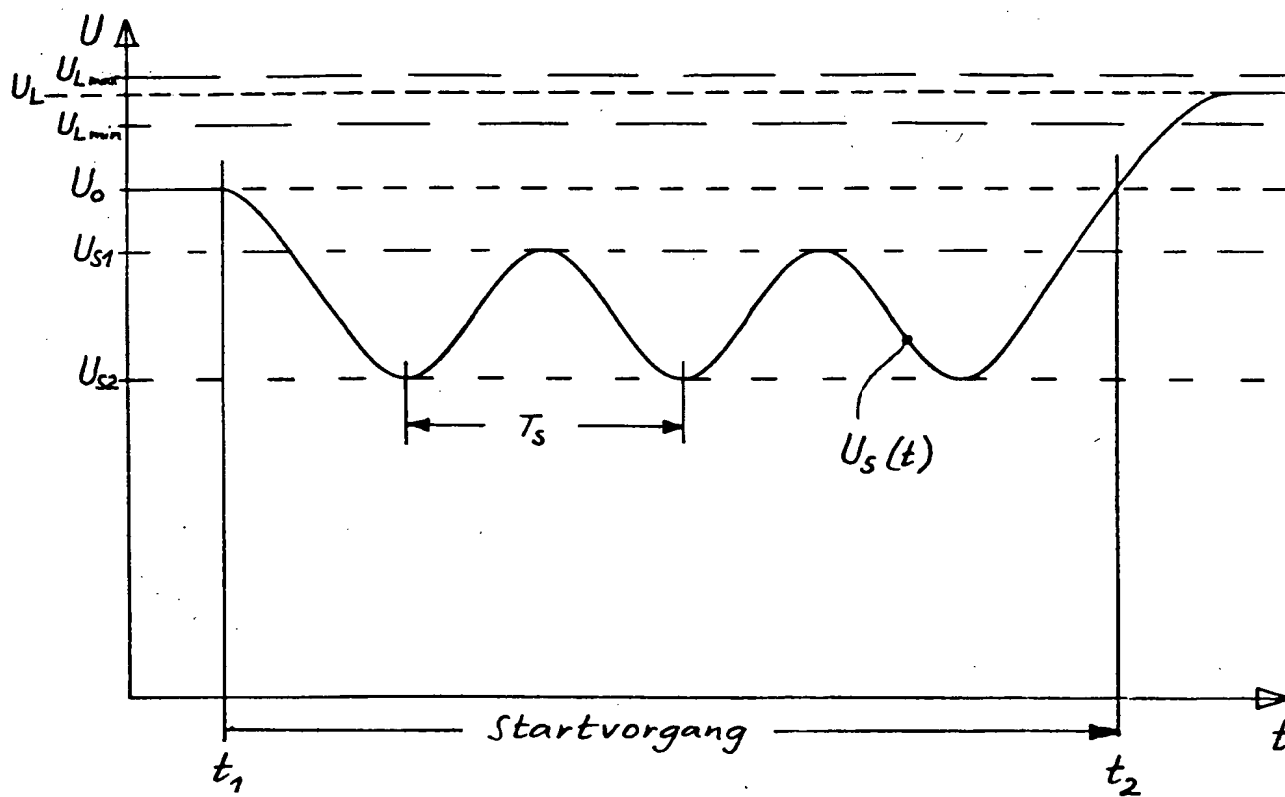


Fig. 3